

L'AGRICULTURA DE PRECISIÓ: què és i com pot ajudar l'agricultura catalana?

01. El nom fa la cosa

Agricultura de Precisió, Agricultura 4.0, Agricultura digital, Smart Agricultura, AgriTech, AgTech, AgroSmart, Big Data, Internet de les coses, Intel·ligència Artificial, etc. Ja fa temps que llegim i sentim termes com aquests, més o menys enginyosos, per referir-nos al

futur de l'agricultura. Però, què hi ha darrera d'aquests noms? Quina base tenen? Ens en podem refiar? Agricultura de Precisió va ser el primer de tots, però Agricultura 4.0 sona amb força. Aquest darrer és un terme importat de la indústria i la idea principal és la interconnexió i la integració de tots els sistemes automàtics que ja estan operant

en una indústria per aconseguir sistemes ciberfísics de jerarquia superior que controlin la producció de forma global i autònoma. En canvi, l'Agricultura de Precisió té una llarga història darrera i milions d'hectàrees arreu del món on ja es practica. Per tant, hi ha un ampli col·lectiu d'agricultors/es i tot un seguit d'assessors/es i d'empreses que li donen suport. A més a més, darrera, també hi ha una comunitat científica internacional que investiga, es reuneix periòdicament en congressos i transfeix els resultats obtinguts al sector. Aquesta comunitat està aixoplugada per la Societat Internacional d'Agricultura de Precisió, la ISPA, de l'anglès *International Society of Precision Agriculture* (fig. 1).



Figura 1. Societat Internacional d'Agricultura de Precisió. Font: www.ispag.org

02. Una mica d'història

La història de l'Agricultura de Precisió (AP) arrenca a principis de la dècada dels 80 als Estats Units. Els primers treballs dels pioners de l'AP es van centrar en l'anàlisi de la variabilitat de les propietats del sòl, de manera que no és d'estranyar que el nom que van triar per al primer simposi fos el de Maneig de Cultius Específic segons el Sòl (*Soil Specific Crop Management*), que es va celebrar a Minneapolis, EUA, el 1992. A partir de llavors, el nom de totes aquestes novetats va anar mutant fins arribar al de Maneig Específic Localitzat (*Site-Specific Management*), al d'aplicació variable (*Variable-Rate Application*) i, finalment, a l'actual d'Agricultura de Precisió.

Als anys 80, els desenvolupaments van ser eminentment teòrics i van tenir poca aplicació pràctica degut a les limitacions tecnològiques de l'època. A poc a poc, l'ús d'ordinadors, amb



Figura 2. Els sistemes satel·litaris de navegació global es fan servir per a la navegació d'equips i la georeferenciació de les dades obtingudes. Font: European Space Agency, ESA.

programes estadístics, fulls de càlcul i sistemes d'informació geogràfica (GIS/SIG), juntament amb els primers receptors GPS oberts a l'ús civil, van fer que als anys 90 es comencessin a portar a terme assajos pràctics. Així, per exemple, els primers articles de recerca en presentar mapes de collita fets a partir d'incorporar sensors i receptors GPS en recol·lectores de gra es van publicar el 1987, el 1989 i el 1991. L'any 1993 ja es va patentar un pivot de reg capaç de dosificar de forma variable la quantitat d'aigua de reg.

Si bé també es pot fer AP sense sistemes de posicionament com el GPS, és evident que la seva aparició va ser un catalitzador per a l'AP. Actualment, a més del sistema americà GPS, també es poden fer servir tres altres Sistemes Satel·litaris de Navegació Global o SSNG (en anglès GNSS): l'uropeu Galileo, el rus Glonass i el xinès Beidou (fig. 2).

L'Agricultura de Precisió va començar a desenvolupar-se als anys 80 i inicialment estava centrada només en la variabilitat dels sòls.

Tot i la dilatada història de l'AP, no va ser fins a l'any 2010 que es va fundar la Societat Internacional d'Agricultura de Precisió. Aquesta societat s'encarrega de dinamitzar la comunitat internacional d'investigadors de l'AP. Una de les activitats principals és organitzar el Congrés Internacional d'Agricultura de Precisió (ICPA) que es fa biennalment als Estats Units i donar suport als congressos europeu, africà i asiàtic-australasiàtic, entre altres tasques. Des del començament de l'AP, hi va haver diversos autors que van proposar definicions d'AP, cap d'elles, però, va ser adoptada per la ISPA. L'any 2018 es va iniciar un procés per a establir la definició oficial, que va concloure l'any

2019 amb la definició següent:

L'Agricultura de Precisió és una estratègia de maneig que recull, processa i analitza dades temporals, espacials i individuals i les combina amb altres informacions per a donar suport a la presa de decisions de maneig d'acord amb la variabilitat estimada per a millorar l'eficiència en l'ús de recursos, la productivitat, la qualitat, la rendibilitat i la sostenibilitat de la producció agrícola.

Aquesta definició és la traducció oficial al català de la versió anglesa i es pot trobar a la pàgina de la ISPA (www.ispag.org/about/definition). A més de les derivades evidents de Viticultura, Fructicultura o Ramaderia de Precisió, a poc a poc van apareixent altres disciplines que incorporen el terme precisió. Aquest és el cas del Periodisme de Precisió i de la Medicina de Precisió, per exemple. Aquesta darrera analitza la variabilitat entre individus (genètica, ambiental i en l'estil de vida) per tal de personalitzar al màxim possible el tractament prescrit.

03. El cicle de l'Agricultura de Precisió

La definició de l'AP de la ISPA es pot representar esquemàticament amb el cicle de l'AP (fig. 3). El cicle té quatre etapes i comença amb l'adquisició de totes les dades possibles del cultiu i del seu entorn. Aquesta adquisició de dades es fa amb les eines de què es disposa en cada situació, que poden ser sensors propers o remots, receptors SSNG/GNSS, observacions visuals, dades digitalitzades obertes o particulars, mostres obtingudes al camp, etc. El resultat d'aquesta etapa són dades georeferenciades, és a dir, amb coordenades absolutes associades que permeten situar-les exactament al lloc on s'han obtingut.

Tanmateix, aquestes dades no tenen cap valor per elles mateixes si no es converteixen en informació útil per a l'agricultor/a. Això és el que es duu a terme a la segona etapa. Les dades obtingudes s'han d'emma-

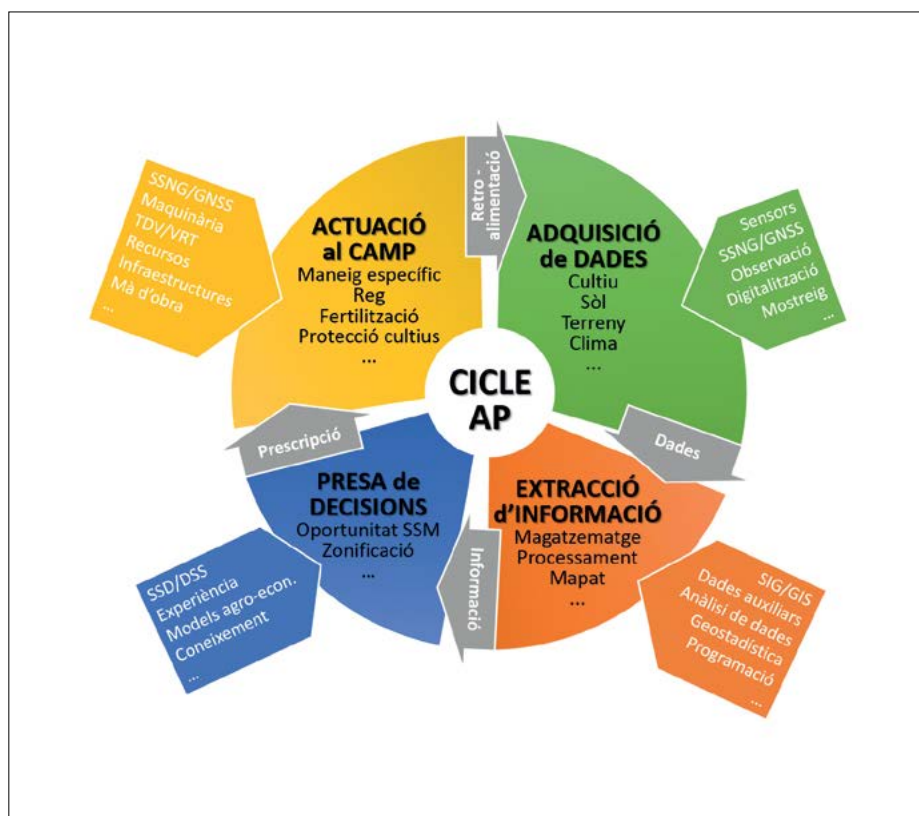


Figura 3. Cicle de l'Agricultura de Precisió amb les eines i recursos emprats en cada etapa. Font: Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió, GRAP.

gatzemar, processar i analitzar per a extreure'n informació. Aquests processos es faran utilitzant eines com poden ser programes informàtics de processament, processos d'anàlisi estadística i espacial, i tot això amb el suport d'eines SIG/GIS. També caldrà relacionar les dades obtingudes amb dades o informacions prèvies de la mateixa explotació o dades d'altri que poden aportar valor i completar les obtingudes inicialment. Finalment, caldrà visualitzar (mapar) la informació de manera que sigui comprensible i permeti la seva utilització en la tercera etapa: la presa de decisions.

L'Agricultura de Precisió
persegueix un ús més
eficient i sostenible dels
recursos agrícoles a través
del maneig de la variabilitat
de les explotacions.

El fet d'incloure el terme precisió en aquesta estratègia agrícola no vol pas dir que l'agricultura tradicional no pugui ser precisa. Allò que es pretén a l'AP és subministrar a l'agricultor i als seus assessors tota la informació possible i les eines necessàries per tal que puguin prendre decisions localitzades específiques i al més documentades possible. En aquesta tercera etapa del cicle hi intervindran, per tant, sistemes de suport a la decisió (SSD/DSS), models agroeconòmics, tota la informació obtinguda en l'etapa anterior i, sobre tot, el coneixement agronòmic específic sobre les parcel·les en qüestió i tota l'experiència acumulada de campanyes anteriors. El resultat d'aquesta etapa són les prescripcions d'operacions agrícoles de maneig que s'hauran de dur a terme a l'explotació.

La darrera etapa inclou totes les actuacions que cal dur a terme al camp per a executar les prescripcions establertes a la tercera etapa. Per a fer-ho, s'empraran els equips agrícoles, infra-

estructures, sistemes de posicionament i tecnologies varies embarcades al tractor o als mateixos equips (tot i que també es pot fer AP amb equips convencionals). Una vegada realitzades les operacions, s'està en disposició de tornar a començar el cicle amb una mica més d'experiència.

04. Com es fa Agricultura de Precisió?

El concepte i la pràctica de l'AP són molt amplis, transversals i pluridisciplinaris. Tanmateix, en tots els casos, l'objectiu principal de l'AP és racionalitzar l'ús dels recursos agrícoles per a aconseguir una agricultura més eficient i sostenible. Per a explicar millor el concepte principal, es farà servir l'exemple de la fertilització d'un camp, que posteriorment es podrà extrapolar a moltes altres aplicacions. Des que la revolució industrial va arribar al camp, els fertilitzants s'han aplicat amb una dosi única i uniforme a tota la parcel·la. Es pot dir que, fins ara, la unitat de maneig ha estat la parcel·la, el camp o la plantació. Els agricultors més avançats fa uns anys ja han començat a utilitzar tecnologies per a fer aquestes aplicacions al més precises possible, mantenint les dosis ben constants i evitant solapaments innecessaris. Per a fer-ho, fan servir adobadores que s'adapten als canvis de velocitat del tractor o fins i tot als desnivells del terreny. També fan servir sistemes de guiatge basats en SSNG, mal anomenats GPS donat que el sistema GPS només és un dels quatre sistemes globals que actualment funcionen. Tanmateix, al contrari del que molts pensen, això no és exactament AP. La raó és que qualsevol agricultor sap que la collita dels seus camps no és perfectament uniforme al llarg i ample del seu camp, com tampoc no ho és entre les diferents campanyes. Tot i que, habitualment, el fertilitzant s'aplica de forma uniforme, la collita presenta més o menys variabilitat espacial i temporal. Aquesta discordança entre l'aplicació i la collita té dos conseqüències impor-

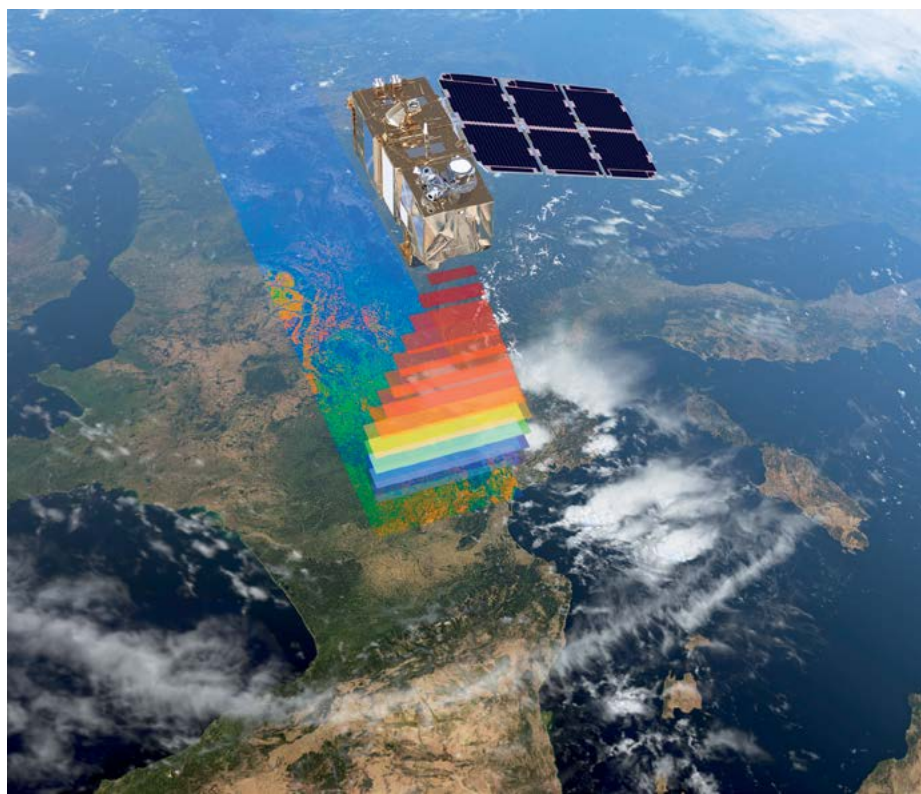


Figura 4. Satèl·lit Sentinel-2 del programa europeu Copernicus, que proporciona imatges multiespectrals gratuïtes amb una resolució espacial entre 10 i 60 m i una resolució temporal de 5 dies. Amb les seves dades es pot estimar el vigor dels cultius de forma remota. Font: European Space Agency, ESA.

tants: 1) l'ús del fertilitzant és ineficient, tant des del punt de vista agronòmic com econòmic, i 2) quan es sobre-fertilitzen zones poc productives es poden produir efectes adversos sobre el medi ambient. La veritable pràctica de l'AP en aquest cas seria aplicar més fertilitzant a les zones amb expectatives de producció més altes, i menys fertilitzant a les zones amb menor potencial productiu. Les adobadores més avançades certament poden contribuir a fer bones aplicacions, però la màquina sola no acostuma a resoldre el problema.

Per a fer AP, el que cal és seguir tot el seu cicle (fig. 3). Així, en primer lloc caldrà obtenir dades del cultiu, del sòl i de tot el que hi pugui afectar. Aquestes dades, com per exemple el vigor del cultiu, es poden obtenir via teledetecció (sensores remots embarcats en

drons, avionetes o satèl·lits, fig. 4), o bé amb sensors propers (portàtils o embarcats al tractor). També és possible realitzar observacions visuals de l'estat del cultiu. En tots els casos, però, caldrà georeferenciar les dades, és a dir, assignar-los coordenades absolutes, com les obtingudes a partir de receptors SSNG. Pel que fa al sòl, caldrà obtenir dades georeferenciades de la seva textura, humitat, nutrients, salinitat, etc., així com també del relleu de la seva superfície (fig. 5).

Posteriorment, en la segona etapa del cicle es processaran les dades i es representaran, sovint en forma de mapes digitals. En aquesta etapa, s'empren eines estadístiques i geostatístiques que cal entendre i aplicar correctament. A partir de les dades obtingudes per teledetecció, s'acostumen a calcular índexs radiomètrics de vegetació. Al llarg dels darrers anys, els fisiòlegs vegetals han relacionat aquests índexs amb trets fisiològics de les plantes com, per exemple, la seva capacitat per fer la fotosíntesi, cosa que es relaciona amb el seu vigor. Un exemple clàssic és l'índex de vegetació de la diferència normalitzada, o NDVI, que es relaciona amb el

vigor de les plantes, però que presenta algunes limitacions. Els investigadors han desenvolupat moltíssims índexs de vegetació, i cadascun es relaciona amb aspectes concrets de les plantes (vegeu www.indexdatabase.de). Una vegada mapades les dades, s'analitza la seva variabilitat espacial i com varia al llarg del temps (si es disposa de sèries temporals).

Un cop obtinguda tota aquesta informació mapada és l'hora d'interrelacionar-la. Aquest pas ens permetrà delimitar zones dins del camp que tinguin característiques similars i que puguin ser manejades de forma diferenciada. D'aquesta manera, la unitat de maneig deixa de ser el camp o la parcel·la, com fins ara, per a passar a ser una àrea més petita (la zona) i adaptada a les necessitats reals. Cal aclarir que el procediment per obtenir aquestes zones sol ser un mètode de classificació. A partir de les classes establertes (2 o 3, com a molt), la seva distribució espacial es pot traduir en diferents zones de maneig. A la figura 6 es mostren les dades recollides del cultiu (collita anterior i vigor en forma d'NDVI) i del sòl (conductivitat elèctrica aparent i relleu) en un camp de 100 ha d'ordi. Després de processar les dades, s'observa

La variabilitat
espaciotemporal dels
camps pot comportar un ús
ineficient dels recursos des
del punt de vista agronòmic,
ambiental i econòmic.



Figura 5. Sensor proper Veris 3100 que permet obtenir mesures georeferenciades de la conductivitat elèctrica aparent del sòl cada segon a dues profunditats (esquerra). Els punts de mesura obtinguts (dreta) cal interpolar-los amb processos geoestadístics per tal de representar-los en forma de mapa continu. Autor: Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió, GRAP.

que s'han establert 2 o 3 classes (categories), amb zones de més o menys superfície. Finalment, aquestes zones s'hauran d'adaptar a l'equipament disponible en cada explotació per tal de simplificar el maneig al màxim possible.

A la tercera etapa del cicle de l'AP cal prendre decisions sobre com fer les operacions de maneig necessàries. En el nostre exemple, la primera decisió serà si continuem aplicant el fertilitzant amb una dosi uniforme a tot el camp o bé si s'opta per una dosificació variable diferenciada per zones de maneig. Per a prendre aquesta decisió s'han d'analitzar els mapes obtinguts, però també els costos que se'n puguin derivar. Aquesta decisió serà específica per a cada situació. Cal conèixer el camp i els seus condicionants per a prendre decisions correctes. No es pot fer AP des d'una oficina, cal trepitjar el terreny. Igual que no es pot fer AP només amb tecnologia: cal incorporar-hi l'agronomia. Per exemple, un mateix color en un mapa pot tenir causes diferents i, per tant, necessitarà actuacions diferents.

Si es decideix fer una aplicació variable, el primer que haurà de fer l'agricultor o el tècnic assessor és adaptar les zones potencials de maneig a la seva realitat. És convenient simplificar les zones finals. En el cas de la figura 6, probablement ens quedàrem amb només dues zones de maneig i també caldria eliminar petites zones aïllades d'una classe dins de l'altra. A més, caldrà decidir les noves dosis de fertilitzant que s'aplicaran tot tenint en compte el vigor del cultiu a cada zona, l'extracció de la campanya anterior, el potencial productiu, etc.

Una vegada adaptat el mapa de zones de maneig i assignada una dosi a cada zona, només resta anar al camp i aplicar la prescripció. Això es pot fer amb una adobadora convencional sempre que la distribució espacial de les zones ho permeti. Si hi ha d'haver molts canvis de regulació per a adaptar la dosi al mapa de prescripció, tal vegada s'hagi de considerar utilitzar una adobadora que incorpori tecnologies de dosificació variable (TDV o VRT), ja sigui contractant una empresa de

serveis especialitzada, ja sigui adquirint-la. Aquesta operació formaria part de la darrera etapa del cicle.

Si la variabilitat del camp ho justifica, amb l'AP, la unitat de maneig deixa de ser el camp i passa a ser la zona.

Tant si s'aplica un maneig uniforme com un de variable, si es disposa d'un mapa de collita és possible realitzar un mapa de benefici de la campanya. Per a fer-ho, el mapa de collita es pot convertir en un mapa d'ingressos multiplicant la producció de cada píxel (unitat mínima que forma la imatge del mapa de collita) pel preu unitari percebut i a cada píxel es restaran els costos de totes les operacions realitzades i dels recursos aplicats. Si el maneig és uniforme, els costos seran uniformes i, si el maneig és variable, serà necessari calcular les despeses específiques de cada zona. Aquestes despeses també poden incloure els serveis prestats per empreses de serveis d'AP quan siguin facturats per hectàrea. El resultat final és una mapa de benefici, com el de la figura 7. Els tècnics i agricultors probablement se sorprendrien dels resultats de les seves explotacions. Una cosa es percebre que als camps hi ha diferències, però una altra de molt diferent és quantificar-les. Fins i tot, es podria donar el cas que hi hagués zones d'un camp en què el balanç fos negatiu i hi hagués, per tant, pèrdues. Aplicant-hi criteris estrictament empresarials, aquelles zones deficitàries no valdria ni la pena treballar-les, però cal tenir en compte les implicacions agronòmiques que això podria comportar.

L'exemple utilitzat és només una de les possibles aplicacions de l'AP. Hi ha moltíssims casos susceptibles d'utilitzar-la. Cada cop més empreses inclouen serveis relacionats amb l'AP i cada

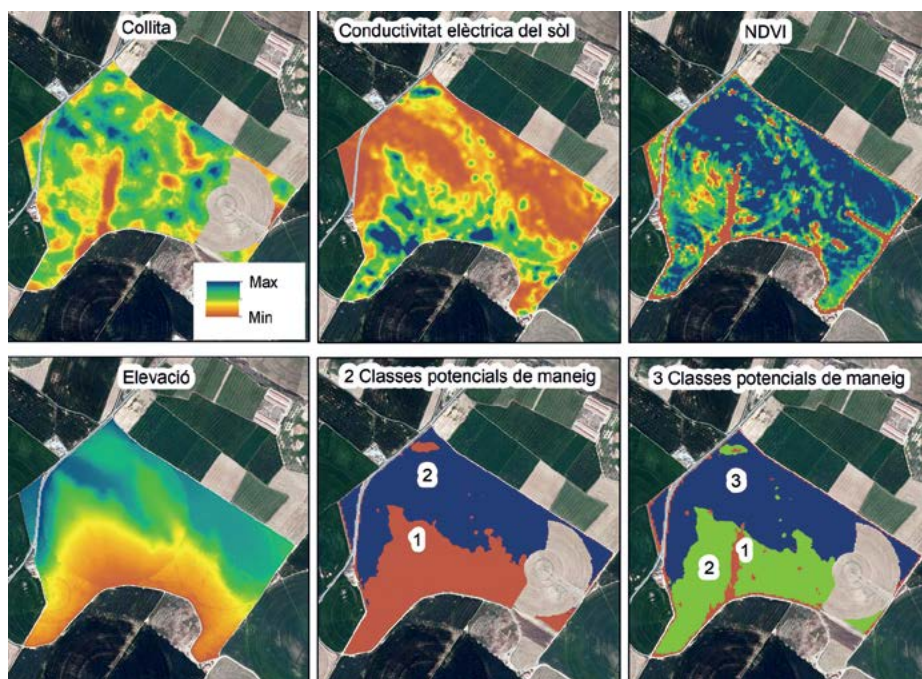


Figura 6. Camp d'ordi de 100 ha on s'ha quantificat la collita de l'any anterior, la conductivitat elèctrica aparent del sòl, l'index de vegetació NDVI i el model digital del terreny. A partir d'aquestes dades, es proposa un maneig del camp delimitant dos o tres classes potencials de maneig. Font: Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió, GRAP.

Cal conèixer els camps i els seus condicionants per a prendre decisions correctes. No es pot fer Agricultura de Precisió des de l'oficina!

vegada més es desenvolupen equips i aplicacions noves. Actualment, ja hi ha solucions per a la sembra variable, l'aplicació de productes fitosanitaris, el reg de precisió, estudis de drenatges, control de males herbes, etc. I tot i que hi ha moltes més aplicacions en cultius extensius, la fructicultura cada vegada rep més atenció i comença a gaudir de solucions específiques. Al Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió de la Universitat de Lleida - Agrotecnio i també al Programa d'Ús Eficient de l'Aigua en Agricultura de l'IRTA fa temps que duem a terme recerca en fructicultura com la modelització 3D de plantacions amb sensors LiDAR o com l'ajust de les necessitats de reg a partir de dades de sensors propers i remots. En breu començarà un treball conjunt entre les dues institucions fusionant aquests dos temes. Cal remarcar que cada vegada van apareixent més empreses que ofereixen serveis d'assessorament que inclouen tècniques de l'Agricultura de Precisió. Com dèiem abans, la tecnologia ha d'anar acompanyada de l'agronomia per a que realment funcioni. Aquest primer número dedicat a l'Agricultura de Precisió està centrat en el Reg de Precisió. Més endavant s'aniran tractant altres aplicacions de l'Agricultura de Precisió.

05. Preguntes freqüents

L'AP només és viable en grans explotacions?

No té per què. És evident que l'atomització i la microparcel·lació no ajuden a rendibilitzar les inversions. Tanmateix, la viabilitat i la rendibilitat de l'Agricultura

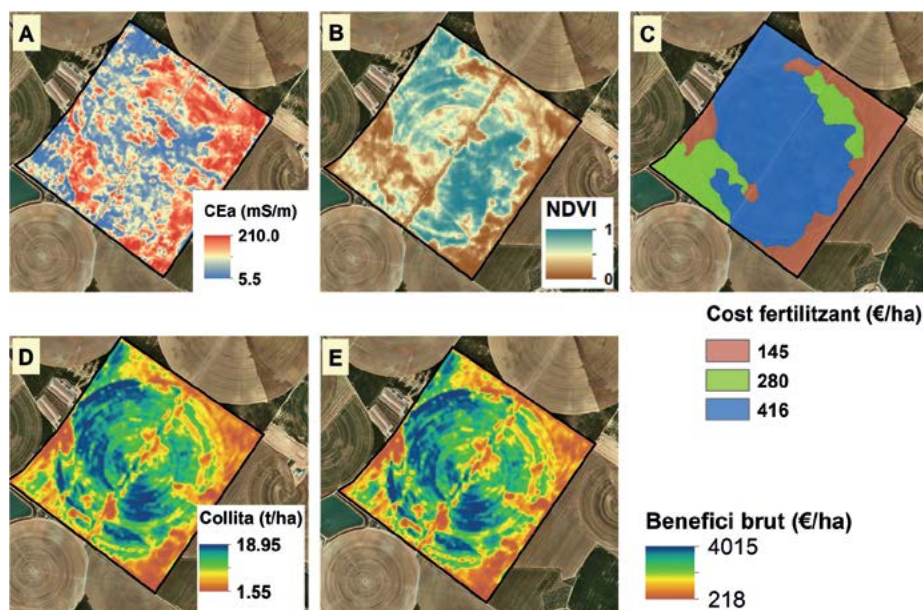


Figura 7. Mapes de conductivitat elèctrica aparent del sòl (A) i de vigor del cultiu (B) que porten a proposar una fertilització variable (C). A partir del mapa de collita (D) i de tots els costos de la campanya, es pot generar un mapa de benefici (E) de la campanya. Font: Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió GRAP.

de Precisió dependrà del valor afegit del cultiu en qüestió i de la seva variabilitat. En determinats camps petits és possible trobar grans variacions en distàncies curtes. Si aquestes variacions permeten una aplicació diferenciada que comporti estalvis de recursos o millors eficiències productives, caldrà només fer balanç entre costos i beneficis.

Qualsevol operació amb un receptor GPS/GNSS és AP?

No. Fer que un equip funcioni de manera precisa és molt bo, però no implica fer AP. El que realment indica si es fa o no AP és el fet de seguir les diferents etapes del cicle. Sempre que hi hagi adquisició de dades, processament, anàlisi de la variabilitat, presa de decisió i actuació podrem dir que fem Agricultura de Precisió.

Parlar d'AP és només parlar de tecnologia?

No necessàriament. És evident que la tecnologia ajuda i facilita les coses. Per exemple, qualsevol agricultor sap que els seus camps són variables, que hi ha zones més productives que d'altres, però quantificar aquesta variabilitat

tat ja és una altra cosa. Un sensor proporciona dades objectives, repetibles i quantificables, i això a les persones ens costa més. També és cert que hi ha agricultors que volen tenir un equip en què es premi un botó i tot funcioni sol. Això implica un alt grau de tecnificació. Però no és menys cert que, si hi ha disponibilitat de mà d'obra i el seu cost és assumible, també es pot fer una Agricultura de Precisió basada en observacions visuals georeferenciades (amb un telèfon mòbil, per exemple) i actuacions manuals.

És rendible l'AP? O dit d'una altra manera, és car fer AP?

Depèn. Evidentment, cada cas és particular i caldria analitzar cada explotació per a respondre aquesta pregunta. L'AP es pot dur a terme adquirint els equips necessaris i esperant un estalvi de recursos o bé un increment dels beneficis obtinguts, derivats d'incrementos de la producció i/o de la qualitat dels productes obtinguts. En aquest cas, la inversió inicial serà elevada i el termini de recuperació dependrà de molts paràmetres. Hi ha casos en què aquesta solució es justifica fàcilment; en altres casos, la solució podria passar per contractar

els serveis d'empreses especialitzades que facturen per hectàrea i permeten una adopció gradual i acompanyada de l'AP. Un paràmetre que no entra mai a l'equació de càlcul de beneficis són els costos mediambientals. L'AP té una vocació sostenible i, per tant, pot tendir a reduir la contaminació del medi ambient a conseqüència de la distribució ineficient de recursos potencialment contaminants. La pràctica de l'AP podria, certament, reduir aquests costos i, si es tinguessin en compte, els terminis de recuperació de les inversions serien molt més curts.

Com començo a fer AP?

Es pot començar a fer AP a diferents nivells. Moltes vegades no és ni necessari tenir un receptor GNSS o una màquina molt sofisticada. Cada tipus de cultiu i cada sistema té les seves peculiaritats i caldria proposar un itinerari d'adopció específic per a cada cultiu i, fins i tot, per a cada agricultor. En termes generals, però, és important quantificar la variabilitat d'algun dels paràmetres més influents. En el cas dels cultius extensius, en què és relativament fàcil i econòmic aconseguir un mapa de collita, poder observar els diferents valors de producció però, sobretot, convertir-los en ingressos econòmics o en benefici, ajuda molt a fer-se una idea del potencial de l'AP en cada cas. En fructicultura, obtenir mapes de collita és molt costós, però en breu aniran apareixent sistemes d'estimació de la collita o sistemes de mapat de la producció. Mentrestant, una bona aproximació podria ser mesurar els arbres o fer mostres de la qualitat dels fruits i veure si hi ha diferències entre ells. Si fossin importants, es podria pensar en dur a terme alguna operació de forma variable, com l'aplicació de fitosanitaris o la fertirrigació.

Qui em pot assessorar per començar a fer AP?

Cal visitar els concessionaris i els distribuïdors locals de maquinària per fer-se una idea de quin és l'estat de l'AP a la

nostra zona, però és important aconseguir altres fonts d'assessorament. L'assistència a jornades tècniques i demostracions és una altra possibilitat que cal tenir en compte, donada la informació pràctica que es pot obtenir i que ens pot ser molt útil per a la nostra explotació. Per altra banda, els agricultors tenen també a l'abast diferents empreses que, des de fa temps, han començat a donar servei i assessorament pel que fa a l'aplicació de les tecnologies de l'AP en diferents cultius en operacions com la sembra, la distribució de fertilitzants o l'aplicació de fitosanitaris. Altres agents importants en la difusió de l'AP són l'administració, les universitats i els centres de recerca. Darrerament, el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació està fent esforços interessants en donar a conèixer l'AP, per exemple a través d'aquest mateix Dossier i a través de Ruralcat. Els avenços de les universitats i dels centres de recerca també han d'acabar arribant al sector, donat que molta de la seva recerca es fa amb diners públics. En paral·lel a tot això, l'agricultor ha de poder discutir amb enginyers agrònoms i/o tècnics agrícoles sobre la gestió de les seves dades, l'oportunitat de l'AP, i les decisions agronòmiques més adequades en cada moment.

Per saber-ne més

Web del Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió de la Universitat de Lleida – Centre Agrotecnio: www.grap.udl.cat/presentacio/que_fem.html

Web de RuralCat amb recursos d'Agricultura de Precisió: <https://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agricultura-de-precisio>

Web de la Societat Internacional d'Agricultura de Precisió: www.ispag.org

Breu història de l'Agricultura de Precisió: <https://www.ispag.org/about/History>

Definició d'Agricultura de Precisió: <https://www.ispag.org/about/definition>

Autoria



Alexandre Escolà Agustí

Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió
Departament d'Enginyeria Agroforestal. Universitat de Lleida – Agrotecnio Center
alex.escola@udl.cat



José Antonio Martínez Casasnovas

Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida – Agrotecnio Center
joseantonio.martinez@udl.cat



Jaume Arnó Satorra

Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió
Departament d'Enginyeria Agroforestal. Universitat de Lleida – Agrotecnio Center
jaume.arno@udl.cat



Jordi Llorens Calveras

Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió
Departament d'Enginyeria Agroforestal. Universitat de Lleida – Agrotecnio Center
jordi.llorens@udl.cat